

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **2 496 159** (13) C2

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
(51) МПК  
**G21C 1/02 (2006.01)**

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 17.02.2016)  
Пошлина: учтена за 3 год с 10.02.2012 по 09.02.2013

(21)(22) Заявка: **2010104603/07**, 09.02.2010(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**09.02.2010**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **09.02.2010**(43) Дата публикации заявки: **20.08.2011** Бюл. №  
**23**(45) Опубликовано: **20.10.2013** Бюл. № **29**(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **RU 2291213 C2, 10.01.2007. RU**  
**2344500 C2, 20.01.2009. SU 387026 A,**  
**21.06.1973. FR 2514786 A1, 22.04.1983. US**  
**4052200 A, 04.10.1977.**

Адрес для переписки:

**620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,**  
**физико-технический факультет, кафедра**  
**редких металлов и нанотехнологий**

(72) Автор(ы):

**Бекетов Аскольд Рафаилович (RU),**  
**Васин Борис Дмитриевич (RU),**  
**Лебедев Владимир Александрович (RU),**  
**Распопин Сергей Павлович (RU),**  
**Сергиенко Нелли Дмитриевна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное**  
**образовательное учреждение высшего**  
**профессионального образования**  
**"Уральский федеральный университет**  
**имени первого Президента России Б.Н.**  
**Ельцина" (УрФУ) (RU)**

## (54) СПОСОБ ОЧИСТКИ СВИНЦОВОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ С АКТИВНОЙ ЗОНОЙ В ВИДЕ СОЛЕВЫХ РАСПЛАВОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к созданию энергетических ядерных реакторов нового поколения на быстрых нейтронах, активная зона которых представляет собой расплавленные смеси хлоридов, содержащих делящиеся изотопы непосредственно контактирующими с жидким теплоносителем -расплавленным свинцом. Предложен способ очистки свинцового теплоносителя энергетического реактора с активной зоной в виде солевого расплава. Выводимый из контура теплоносителя ядерного реактора свинец, загрязненный радионуклидами деления (изотопами ниобия, молибдена, технеция, рутения, родия, палладия и серебра), подвергают двукратной электролитической очистке с использованием биполярного свинцового электрода и электролита (хлорид натрия - хлорид свинца с мольным отношением 1:2) при температуре 460-470°C с анодной плотностью тока, не превышающей 0,2 А/см<sup>2</sup>. Изобретение позволяет очистить свинец от растворимых в нем примесей и от нерастворимых шламов без предварительной операции фильтрования.

Изобретение относится к созданию энергетических ядерных реакторов (ЯР) нового поколения на быстрых нейтронах, активная зона (АЗ) которых представляет собой расплавленные смеси хлоридов, содержащих делящиеся изотопы урана непосредственно контактирующими с жидким теплоносителем - расплавленным свинцом (ТН). В частности, все исследования были проведены для использования предлагаемого способа, - очистки ТН ядерного реактора с активной зоной в виде солевого расплава (Патент РФ №2344500, зарегистрированный 20.01.2009 г. Опубликовано 20.01.2009, Бюл.№2).

Часть образующихся при делении ядер урана и плутония радионуклидов деления (РНД) взаимодействуют со свинцом и, как показали наши исследования, образуют с ним сплавы, а чаще суспензии (шламы). К таковым РНД относятся радиоизотопы элементов, обладающих более электроположительными, чем свинец, потенциалами выделения в хлоридных электролитах. А именно: ниобий, молибден, технеций, рутений, родий, палладий и серебро. Их суммарный выход при делении урана - 235 достигает примерно 220 кг/т урана с общей активностью около 35% от активности всех образующихся РНД. Большая часть из них оказывается в свинце в виде взвесей.

По мере загрязнения свинца его необходимо периодически выводить из контура теплоносителя и очищать, не останавливая циркуляции ТН, отбирая его относительно небольшие фракции. Одновременно следует позаботиться о концентрировании выделяемых изотопов ценных металлов, их последующей выдержке для спада активности и получении в чистом виде.

Поскольку очищенный свинец возвращается в контур ТН, естественно, задача глубокой, сильно осложняющей и удорожающей процесс его очистки, не ставится.

Анализ уровня техники рафинирования свинца с использованием солевых расплавов показывает разнообразие предлагаемых решений и достигаемых целей.

Например:

1. Бычков С.И., Подойницын С.В. Технология получения особо чистого свинца для теплоносителя реакторов «Брест-300»; Материалы 2-ой Международной конференции «Металлургия цветных и редких металлов», Красноярск, 2003, с.63-64. Технология ориентирована на получение свинца высокого качества. Она довольно сложна, включает много операций: окислительно-флюсовой обработки, фильтрации расплава, ликвации, вакуумного прогрева расплава и направленной перекристаллизации свинца на специальной установке.

2. Гольдштейн С.Л., Лебедев В.А., Ничков И.О., Распопин С.П.. Авторское свидетельство СССР №1642622/22-1, 5.04.1971 г. Опубликовано Бюл.27, 21.06.1973. «Способ электрохимического осаждения и рафинирования металлов». В этом способе предлагается повысить эффективность процесса рафинирования металлов, в т.ч. свинца, за счет применения импульсных токов. Поведение многих примесей в процессе рафинирования рассмотрено в других наших работах.

3. Козицын А.А., Плеханов К.А., Ашихин В.В., Тропников Д.Л., Ежов В.В., Зайков Ю.П., Архипов П.А. Патент РФ №RU 2291213 С2, 13.06.2006. Опубликовано Бюл. 1, 10.01.2007. «Способ рафинирования свинца от примесей». Достоинство способа в том, что достигается хорошая очистка свинца от сурьмы и серебра при относительно простом оформлении процесса однократного электролитического рафинирования. Существенный недостаток - неприемлемая степень очистки от нерастворимых примесей, в основном от молибдена и ниобия.

Предлагаемый способ позволяет решить две задачи:

1. Очистить свинец от растворимых в нем примесей и от нерастворимых шламов без предварительной операции фильтрования ТН, двукратным электролизом в ванне с промежуточным биполярным электродом. Внутренняя полость электролизера должна быть футерована огнеупорным материалом. Перегородка в ней из этого же материала разделяет полость на две части, которые можно рассматривать как две последовательно соединенные ячейки с общим - биполярным свинцовым электродом, который в первой - черновой ячейке служит катодом, а во второй - чистовым анодом.

2. Не менее важно сконцентрировать и периодически выводить из ванны, накапливающиеся в черновом (первичном) аноде - жидком свинце, шламы ценных радиоактивных элементов-изотопов ниобия, молибдена, технеция, рутения, родия, палладия и серебра

В качестве исходного электролита в черновой и чистовой частях электролизера предлагается одна и та же расплавленная смесь хлоридов  $\text{NaCl-PbCl}_2$  с молярным отношением 1:2 (температура плавления  $410^\circ\text{C}$ ). В рабочем режиме электролиза температура  $460-470^\circ\text{C}$  и плотность тока на поверхности анода исходного свинца не должна превышать  $0,2 \text{ A/cm}^2$ .

При электролизе на аноде первичной ячейки растворяется черновой свинец:  $\text{Pb} - 2\text{e} + 4\text{Cl}^- = \text{PbCl}_4^-$ ; электроположительные РНД частично останутся в свинце, частично перейдут в шлам. На катоде будет осаждаться свинец по электродной реакции:  $\text{PbCl}_4^- + 2\text{e} = \text{Pb} + 2\text{Cl}^-$ .

Таким образом, почти все РНД останутся в первичной ячейке. Биполярный электрод для них - непреодолимая преграда. На аноде вторичной - чистовой ячейки будет растворяться только свинец; на чистовом катоде ее выделяться конечный продукт - очищенный свинец. Его возвращают в контур ТН реактора.

Свинец первичного анода с накопившимися РНД периодически сливают, направляют на длительную выдержку для спада активности до приемлемого уровня, позволяющего извлечь и реализовать драгоценные металлы, позволяет получить концентрат драгметаллов. Выделить электролитически каждый из них и выгодно реализовать можно только после определенной выдержки.

#### Формула изобретения

Способ очистки свинцового теплоносителя энергетического реактора с активной зоной в виде солевого расплава, отличающийся тем, что выводимый из контура теплоносителя ядерного реактора свинец, загрязненный радионуклидами деления (изотопами ниобия, молибдена, технеция, рутения, родия, палладия и серебра), подвергают двукратной электролитической очистке с использованием биполярного свинцового электрода и электролита (хлорид натрия - хлорид свинца с мольным отношением 1:2) при температуре 460-470°C с анодной плотностью тока, не превышающей 0,2 А/см<sup>2</sup>.

#### ИЗВЕЩЕНИЯ

**ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **10.02.2013**

Дата публикации: [10.12.2013](#)